

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-075758

(43)Date of publication of application : 22.03.1996

(51)Int.Cl.

G01N 37/00

G01B 21/30

G11B 9/02

H01L 21/66

H01L 41/09

(21)Application number : 06-209607

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.09.1994

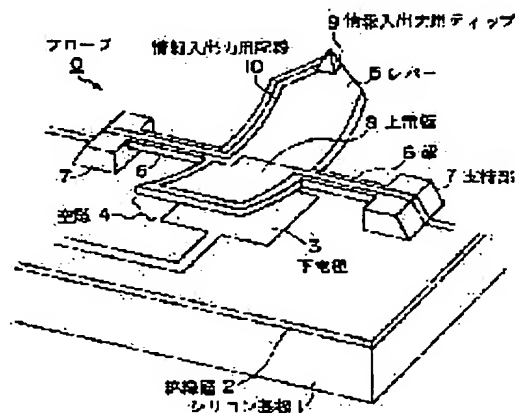
(72)Inventor : SHIMADA YASUHIRO  
IKEDA TSUTOMU  
KAWASAKI TAKEHIKO

(54) ACTUATOR OF LEVER TYPE WITH ARCHED WARP, AND DATA INPUT/ OUTPUT PROBE AND DATA-PROCESSING DEVICE USING THE PROBE

(57)Abstract:

PURPOSE: To widen driving area of a probe and easily manufacture an apparatus, by setting a minute displacement lever with an arch warp or providing a middle electrode and a piezoelectric body to warp the lever like an arch at a driving time with piezoelectricity, increasing a shifting amount of a front end of the lever and enlarging a gap between the lever and a substrate.

CONSTITUTION: A space 4 is formed at a silicon substrate 1 having a lower electrode 3 formed on an insulating layer 2, thereby forming an arch-shaped lever 5 in a hollow structure. The lever 5 is fixed to a beam 6 supported at both parts and the beam 6 is fixed to a supporting part 7. When an external force is applied to a part of the lever 5, a torsion stress is generated in the beam 6, so that the lever 5 is oscillated with the beam 6 as the axial center. An upper electrode 8 for the purpose of electrostatic driving, a data input/output chip 9 and a data input/output wiring 10 are formed on the lever 5. In order to drive the probe 0, a voltage is impressed to the lower electrode 3, thereby, a rear end of the lever 5 is attracted to the lower electrode 3 and the lever 5 is oscillated around the axis of the beam 6. As a result, the chip 9 is brought close to a sample. At this time, an oscillation range is enlarged because of warping of the lever 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-75758

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 37/00	A			
G 0 1 B 21/30	Z			
G 1 1 B 9/02		9075-5D		
H 0 1 L 21/66	B	7735-4M		

H 0 1 L 41/08

M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-209607

(22) 出願日 平成6年(1994)9月2日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 島田 康弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 池田 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 川崎 岳彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

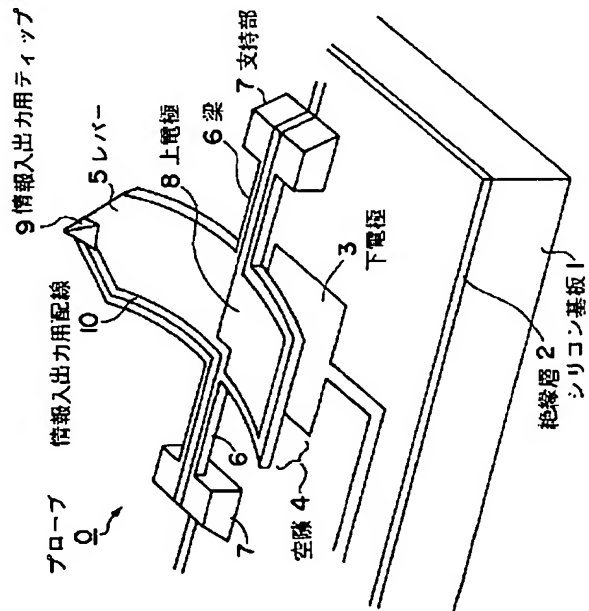
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 円弧状反りレバー型アクチュエータ及び情報入出力用ブロープ並びに該ブロープを用いた情報処理装置

## (57) 【要約】

【目的】 レバー先端部の変位量が大きく、基板との間に空隙を設ける作製工程における歩留りが大きい円弧状反りを有するレバーを備えたブロープを提供すること。このブロープを利用して対象試料範囲が大きく、したがって操作能率のよい情報処理装置を提供する。

【構成】 請求項1のレバーの少なくとも一部が水平梁に平行な軸線を中心とする円弧状に反っている。請求項2のものはレバーが当初平板状であるが、中電極および圧電体を備え、上、中電極間に圧電駆動時にレバーが請求項1と同様に円弧状の反りを生ずる。両ケースとも、従来法と同様の上下電極の静電駆動を受けたレバーが、梁のねじれ弾性により揺動する。



BEST AVAILABLE COPY

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上方のねじれ弾性をもった水平梁に揺動可能に固定され前記基板との間に空隙を有する微小変位レバーと、該微小変位レバーを揺動させるための静電駆動手段とを有するアクチュエータにおいて、前記微小変位レバーの少なくとも一部が前記水平梁に平行な軸線を中心とする円弧状に反っていることを特徴とする円弧状反りレバー型アクチュエータ。

【請求項2】 基板上方のねじれ弾性をもった水平梁に揺動可能に固定され、前記基板との間に空隙を有する微小変位レバーと、該微小変位レバーを揺動させるための静電駆動手段とを有するアクチュエータにおいて、前記微小変位レバー上に圧電体を有し、前記微小変位レバーの少なくとも一部が前記水平梁に平行な軸線を中心とする円弧状に反る機能を有することを特徴とするアクチュエータ。

【請求項3】 請求項1記載のアクチュエータを含む情報入出力用のプローブにおいて、前記微小変位レバー上に情報入出力用のティップが取り付けられている情報入出力用のプローブ。

【請求項4】 請求項2記載のアクチュエータを含む情報入力用のプローブにおいて、前記微小変位レバー上に情報入出力用のティップが取り付けられている情報入出力用のプローブ。

【請求項5】 請求項3または4記載のプローブ、該プローブの制御手段、前記ティップと観察すべき試料との距離を調節する手段および前記ティップと試料の間に電圧を印加する手段を備えた情報処理装置。

【請求項6】 請求項3または4記載のプローブ、該プローブの制御手段、前記ティップと記録媒体との距離を調節する手段および前記ティップと記録媒体の間に電圧を印加する手段を備えた情報処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、トーション梁に固定された円弧状反り微小変位レバー型プローブ並びにこれを用いた走査型プローブ顕微鏡（SPM）及び記録再生装置等の情報処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図7は、従来例の平板状レバー型プローブの斜視図である。

【0003】 最近、導体の表面原子の電子構造を直接観察できる走査型トンネル顕微鏡（以後、STMと略す）が開発され[G. Binnig et al. Phys. Rev. Lett., 49, 57 (1982)]、高い分解能をもって単結晶、非晶質を問わず実空間像を測定することができるようになった。しかも試料に電流による損傷を与えずに低電力で観測できる利点も有し、更に大気中でも動作し、種々の材料に対して用いることができるので、今後広範囲な応用が期待されている。ST

2

Mは金属のティップと導電性物質間に電圧を加えて1 nm程度の距離まで近づけるとトンネル電流が流れることを利用している。この電流は両者の距離変化に非常に敏感である。トンネル電流を一定に保つようにティップを走査することにより実空間の全電子雲に関する種々の情報を読み取ることができる。この際、面内方向の分解能は0.1 nm程度である。したがって、STMの原理を応用すれば十分に原子オーダー（サブ・ナノメートル）での高密度記録再生を行なうことが可能である。

【0004】 例えば、記録層として電圧電流のスイッチング特性に対してメモリ効果を持つ材料、例えばπ電子系有機化合物やカルコゲン化合物類の薄膜層を用いて、記録・再生をSTMで行なう方法が提案されている[特開昭63-161552号公報、特開昭63-161553号公報]。この方法によれば、記録のビットサイズを10 nmとすれば、 $10^{12}$  bit/cm<sup>2</sup> もの大容量記録再生が可能である。

【0005】 STMのほかにも、ティップを有するプローブで試料を観察する同様の技術として、原子間力顕微鏡（AFM）、マクスウェル応力顕微鏡等があり、これらを総称して走査型プローブ顕微鏡（SPM）という。

【0006】 更に、装置の小型化を目的とし半導体フォトリソプロセスを用いて複数のティップと極めて小型の可動機構を半導体基板上に形成することがマイクロメカニクス技術により検討されている。その可動機構に用いる典型的な微小機械として静電カンチレバー、圧電バイモルフカンチレバー（USP4, 906, 840）等が提案されている。これら微小機械は、半導体フォトリソプロセスにより作製されアレイ化、低コスト化が容易であり、小型化することで高速応答性を期待できる。特に静電カンチレバーは、自己変位する圧電バイモルフカンチレバーに比べ、静電引力により外部からの電圧印加にて変位するために、サイズに比して大きな変位を行うことが可能である。

【0007】 また、図7に示すように、両持ち梁上に形成された平板部を、両持ち梁のねじれ弾性を利用して、静電駆動させるタイプであるトーション梁型が考案されるに至った（特開平4-1948）。この方法の一つの利点は、カンチレバー型と異なりレバーのたわみ弾性と梁のねじれ弾性を独立に設定できるので、剛性と共振周波数に自由度のある微小変位レバーを作製することができることである。第2の利点は、静電カンチレバーの場合電圧を印加することによりレバーの先端が基板の方向に変位するので対向する媒体との距離が制御しにくいのに対し、この方法は電圧を印加することによりレバーの先端が基板と反対方向に変位するため、媒体との距離が制御しやすいことである。

【0008】 このようなトーション梁型微小変位レバーは上記のような情報処理装置へ応用のほかに、光偏向器や、微小機械スイッチへも応用される。マイクロメカニ

クス技術を用いた機械式光学素子である光偏向器としてはK. E. Petersenにより提案されたシリコンによるTorsional Scanning Mirror (IBM J. RES. DEVELOP., VOL. 24, No. 5, 9, 1980, pp 631-637) 等がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述のようなトーション梁型微小変位レバーには通常平面の板状駆動部が使用されてきた。しかし、板状駆動部が平面である場合、以下のような問題点がある。

(1) 制御可能な可動範囲が小さい、すなわち変位量が小さい。

(2) レバーと基板との間に空隙を設ける作製工程において、空隙の大きさが小さいので、レバーと基板が接触して離れなくなる現象が生じ易く、したがって作製歩留りが小さい。

【0010】以上の問題点により、本発明の目的は、レバー先端部の変位量が大きく、レバーと基板との間に空隙を設ける作製工程における歩留りが大きい、円弧状反りを有するトーション梁型微小変位レバーを備えたブローブを提供すること並びにこのようなブローブを利用した操作能率のよい走査型ブローブ顕微鏡及び記録再生装置等の情報処理装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の特徴とするところは、第1に、基板上方のねじれ弾性をもった水平梁に揺動可能に固定され前記基板との間に空隙を有する微小変位レバーと、該微小変位レバーを揺動させるための静電駆動手段とを有するアクチュエータにおいて、前記微小変位レバーの少なくとも一部が前記水平梁に平行な軸線を中心とする円弧状に反っていることを特徴とする円弧状反りレバー型アクチュエータであり、第2に、基板上方のねじれ弾性をもった水平梁に揺動可能に固定され、前記基板との間に空隙を有する微小変位レバーと、該微小変位レバーを揺動させるための静電駆動手段とを有するアクチュエータにおいて、前記微小変位レバー上に圧電体を有し、前記微小変位レバーの少なくとも一部が前記水平梁に平行な軸線を中心とする円弧状に反る機能を有することを特徴とするアクチュエータであり、第3に、第1のアクチュエータを含む情報入出力用のブローブにおいて、微小変位レバー上に情報入出力用のティップが取り付けられている情報入出力用のブローブであり、第4に、第2のアクチュエータを含む情報入出力用のブローブにおいて、微小変位レバー上に情報入出力用のティップが取り付けられている情報入出力用のブローブであり、第5に、前記記載のブローブ、該ブローブの制御手段、前記ティップと観察すべき試料との距離を調節する手段および前記ティップと試料の間に電圧を印加する手段を備えた情報処理装置であり、第6に、前記記

載のブローブ、該ブローブの制御手段、前記ティップと記録媒体との距離を調節する手段および前記ティップと記録媒体の間に電圧を印加する手段を備えた情報処理装置である。

【0012】以上が本発明の構成要素であり、その詳細及び作用については以下に説明する。

【0013】なお、「アクチュエータ」は、「レバー」+「梁」+「支持部」+「その他電極等の駆動手段」で構成され、「ブローブ」は、「アクチュエータ」+「ティップ」を含めた情報入出力手段で構成される。そこで、以降の説明においては、「アクチュエータ」、「ブローブ」の両者を併行して行うことの繁雑さを避けるため、主として「ブローブ」について説明する。

【0014】

【作用】本発明の請求項1によるアクチュエータ及び請求項3によるブローブは、レバーが円弧状に反っているため、従来技術による上下電極間への電圧印加によるレバー後端部が下電極へ引き寄せられ梁がねじれレバー全体が両持ち梁6の軸回りに揺動しレバー先端に設けられたティップが試料に接近すると、従来法に比しレバーの駆動範囲が大きく、レバー先端と基板間の隙間が大きくなる結果ブローブ作製工程における歩留りが向上した。

【0015】本発明の請求項2によるアクチュエータ及び請求項4によるブローブは、当初レバーが平板状であるが、圧電体をも備えることにより、レバーの一部に円弧状に反りを生じさせる。それ以降の操作および効果は請求項1及び3の場合と同様である。

【0016】また、上述の隙間が大きくなることにより、これを走査型顕微鏡等に利用する場合、対象試料の範囲を大きくとれるので操作能率を向上させ得る。

【0017】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0018】図1は、本発明の情報入出力用ブローブ0の一実施例の斜視図、図2の、(a)は、図1の情報入出力用ティップ9を通りかつ梁6に垂直な平面に沿った断面図、(b)は、(a)が静電駆動された状態を示す断面図、図3の、(a)は、レバーの反り量 $\Delta d$ が異なる複数のブローブについて、反り量と最大回転角との関係を示す実験データのグラフ、(b)は、そのレバーのサイズ等を示す図である。

【0019】図1を参照すれば、トーション型レバーを有するブローブ0において、絶縁層2上に下電極3を形成したシリコン基板1に空隙4をもって中空構造のレバー5が形成されている。レバー5は両持ちの梁6に固定され、この梁6は支持部7に固定、支持されている。レバー5の一部に外力を加えられたとき梁6にねじり応力を与えレバー5は梁6を軸心とする揺動が可能な構造である。レバー5上には静電駆動用の上電極8、情報入出力用ティップ9、情報入出力用記録10が形成してあ

5

る。レバー5が円弧状に反っていることが本発明の特長とするところである。本ブロープ0は梁6の幅5 $\mu$ m、長さ50 $\mu$ mとし、レバー5の長さを200 $\mu$ m、幅の長さを100 $\mu$ mとした。レバー5の形状は長手方向に円弧状に反っており、梁6の位置におけるレバー反り量を0 $\mu$ mとしたときに、レバー後端部の反り量は2 $\mu$ mである。

【0020】次に本発明のブロープ0の製造方法について略述する。

【0021】微小変位レバー5は、半導体プロセス技術と薄膜作製技術を用いて形成される。まず、基板1上に下電極3を作製する。次に、レバー5、上電極8、梁6及びその支持部7を作製する。最後に、レバー5を中空構造にする。レバー5を中空構造にするための方法には、エッチング方法や、第2の基板上に作製したレバー5を基板1のレバー支持部7に転写する方法等による。

【0022】下電極3、上電極8、レバー5、梁6の形成方法としては、従来公知の技術の真空蒸着法やスパッタリング法、化学気相成長法等の薄膜作製技術やフォトリソグラフ技術及びエッチング技術による。

【0023】レバーを反らせるには、薄膜プロセスによりレバーを作製する際に、レバーの膜厚方向に応力差を生ずるようにすることによって、レバーと基板との空隙を作製した際にレバーを反らせるものである。これには、応力の異なる複数の膜を積層する方法や、単層でも成膜条件により膜厚方向に応力分布を作る方法などがある。

【0024】本実施例においてはレバー5として酸化シリコンをスパッタリング法により1000nm堆積した上に、クロム層(8a)を50nm、金層(8b)をスパッタリング法により150nm堆積することにより膜厚方向に応力分布を作った。

【0025】上記作製方法にて作製した結果、レバー後端部の反り量は2 $\mu$ mであり、駆動可能な変位量は17 $\mu$ mであった。これは反りのない従来法の変位量9 $\mu$ mと比較しておよそ2倍である。また、レバーの中空部作成工程における従来方法による歩留りは60%であったが、本実施例による歩留りは95%以上であった。

【0026】次に、本発明のブロープの動作について説明する。

【0027】ブロープ0の駆動方法は、下電極3への電圧印加によってレバー5の後端部が下電極3に引き寄せられ、梁6がねじれることにより、レバー5全体が両持ち梁6の軸回りに揺動し、レバー5先端に設けられたティップ9が試料14に接近する方法である。すなわち図2の(a)の状態から(b)の状態に変化する。

【0028】上記のような静電力により駆動するトーション型レバーは、電圧を増加させるにつれて回転角が大きくなるという原理に基づいている。しかし、ある電圧以上になると上電極8が下電極3に急激に引きつけられ

6

て、レバー5と基板1が接触しレバー5の反り量と梁6の制御困難になるという現象が起こる。そこで、レバー5の反り量と梁6の最大回転角との関係を実験した。その実験値を図3(a),(b)に示す。レバー5の材料、梁6の長さ、幅、レバー5と基板1とのギャップを本実施例と同一条件とし、後端部反り量 $\Delta d$  $\mu$ mを異なる複数のブロープによった。その結果、レバー5の反りの大きい方が駆動範囲が大きいことが裏付けられた。

【0029】次に、第2の実施例について説明する。

【0030】図4の、(a)は、第2の実施例のブロープ20で、図2(a)の場合と同様な方向の断面図、(b)は、(a)が駆動電圧を受けて、レバーの左半部に円弧状反りが生じた状態を示す断面図、(c)は、(b)が静電駆動された状態を示す断面図である。

【0031】なお、ブロープ20の各部の参照番号は、第1の実施例のブロープ0の同名の各部の参照番号と同一のものとした。

【0032】図4(a)を参照すれば、ブロープ20には、基板1上に静電駆動用の下電極3が形成され、それを含む上部に絶縁層が形成されている。この基板1の上方に空隙4をもってレバー5が形成されている。このレバー5は、両持ちの梁6に固定されこの梁6は支持部7に固定、支持されている。レバー5の一部に外力が加えられたとき、梁6にねじり応力を与えレバー5は梁6を軸心とする揺動が可能である。レバー5上には静電駆動及び圧電駆動を行うための中電極11、圧電駆動を行うための上電極8及び圧電体12、情報入出力用ティップ9、情報入出力用配線10が形成してある。

【0033】本実施例においてはレバー5として酸化シリコンをスパッタリング法により1000nm堆積し、中電極11としてアルミニウム(Al)を100nm、圧電体12として窒化アルミニウム(AlN)を500nm堆積し、さらに上電極8及び情報入出力用配線10としてクロムを5nm、金を100nm堆積することにより圧電駆動を可能とした。

【0034】このブロープ20の動作について説明する。

【0035】レバーの駆動方法は、先づ上電極8、中電極11間の圧電駆動、次に中電極11、下電極3間の静電駆動の2段階で行なわれる。上電極に電圧を加えない場合は図4(a)のようにレバー5が平板状である。先づ、圧電体12をはさむ上電極8と中電極11の間に電圧を印加する。具体的には中電極11を0電位とし、上電極8に駆動電圧を加えることにより、図4(b)のようにレバー5の左半部を所望の曲率に反らせる。次に、中電極11と下電極3間に静電圧印加によってレバー5の後端部が下電極3に引き寄せられ、梁6がねじれることにより、図4(c)に示すようにレバー5全体が両持ち梁6を軸心として揺動し、レバー5先端に設けられた情報入出力用ティップ9が試料14に接近し、情報の入

出力が行なわれる。上述の圧電駆動と静電駆動は、僅かな時間差をもって行なわれる。

【0036】本実施例のプローブ20は梁6の幅5 $\mu$ m、長さ50 $\mu$ mとし、レバー5長手方向を200 $\mu$ m、幅の長さを100 $\mu$ mとした。本実施例に上電極8に5Vの電圧を印加することにより梁6の位置のレバー反り量を0 $\mu$ mとしたときのレバー後端部の反り量が2 $\mu$ mとなり、この時の駆動可能な変位量は17 $\mu$ mとなった。これは反りのないときの変位量9 $\mu$ mと比較しておよそ2倍である。

【0037】なお、薄膜の反り量は、温度や湿度等の環境の変化に対して微妙に変化しやすい。したがって、曲率の経時変化に対応して、常に適正な曲率を保持する必要がある。窒化アルミニウム(AlN)の上電極8の電位を制御することにより、レバー5の曲率半径を一定に保つことが可能である。駆動に際しては、あらかじめレバーを一定の曲率にして駆動させる方法と、レバーの変位に追従させてユニモルフを駆動させる方法がある。

【0038】次に、実施例1のプローブを使用した情報処理装置の一実施例について説明する。

【0039】図5は、第1の実施例のプローブ(便宜上、参照番号100にて示す。)を用いた本発明の走査型プローブ顕微鏡の構成例を示すブロック図である。プローブ100のレバー102を形成したシリコン基板101と、シリコン基板101をZ方向に駆動する粗動用圧電素子105、粗動用圧電素子105及びレバー102を試料表面に接近させる接近機構1114、表面観察する導電性の試料103、試料103をXY方向に微動するXY微動機構104が示されている。

【0040】次に、本実施例の動作を説明する。接近機構114は、Z方向の移動ステージからなり、手動またはモーターにより、レバー102のティップが試料103の表面に粗動用圧電素子105のストローク内に入るように接近させる。その際、顕微鏡を用いて、目視により接近の程度をモニターするか、もしくはレバー102にサーボをかけた状態でモーターにより自動送りを行い、ティップと試料間にトンネル電流が流れるのを検出した時点で接近を停止する。試料103の観察時には、バイアス回路106によりバイアス電圧をかけられた試料103とティップとの間に流れるトンネル電流をトンネル電流検出回路107により検出し、Z軸方向サーボ回路110を通してティップと試料表面の平均距離が一定となるようにレバー102をZ方向に制御している。その状態でレバー102をXY位置制御回路109でXY方向に走査することにより試料表面の微小な凹凸により変化したトンネル電流が検出され、それを制御回路112に取り込み、XY走査信号に同期して処理すればコンスタントハイトモードのSPM像が得られる。SPM像は、画像処理、たとえば2次元高速フリエ変換(FFT)などの処理をしてディスプレイ113に表示され

る。その際、レバー102のZ方向のクロストークが小さいので、装置の温度ドリフト、試料103の表面の凹凸、傾きが大きいと追従できなくなるため、粗動用圧電素子105を用いてトンネル電流検出回路107の信号をZ方向粗動駆動回路111を通して、0.01~0.1Hz程度の領域のフィードバックを行い、Z方向の大きな動きに追従するように制御している。また観察場所を変えるときは、試料側のXY微動機構104をXY微動駆動回路115によりXY方向に移動させ、所望の領域にティップが来るようにして観察を行う。

【0041】本実施例のように、トーション型レバーを有するプローブを備えた走査型トンネル顕微鏡を使用すると、従来よりも表面の凹凸の大きなサンプルの観察が可能となり、また、走査異常時の衝突にプローブ破壊の可能性が小さくなった。

【0042】次に、実施例1のプローブを使用した情報処理装置の第2の実施例について説明する。

【0043】図6は、第1の実施例のプローブ(便宜上、参照番号200にて示す。)を用いた本発明の記録再生装置の構成例を示すブロック図である。プローブ200のシリコン基板201上には、本発明の第1実施例によるプローブ0が複数配置されており、それぞれのプローブは梁202によって基板201上に支持されたレバー203を有し、レバー先端にはティップ204を具備している。ティップ204は、情報記録用の記録媒体205と対向する様に配置してある。下地電極206は、媒体とティップとの間に電圧を印加するための電極である。記録媒体205は、トンネル電流用ティップ204から発生するトンネル電流により記録媒体205表面の形状を凸型(Stauffer, Appl. Phys. Letters, 51(4), 27, July, 1987, p244参照)または凹型(Heinzelmann, Appl. Phys. Letters, Vol. 53, No. 24, Dec., 1988, p2447参照)に変形することが可能な金属、半導体、酸化物、有機薄膜、あるいは前記トンネル電流により電気的性質が変化(たとえば電気的メモリー効果を生ずる)する有機薄膜等よりなる。電気特性が変化する有機薄膜としては、特開昭63-161552号公報に記載された材料が使用され、ラングミュア・プロジェクト膜よりなるものが好ましい。

【0044】例えば石英ガラス基板の上に下地電極206として真空蒸着法によってクロムを5nm堆積させ、さらにその上に金を30nm同法により蒸着したものを、その上にLB法によってスクアリリウムビスー6-オクチルアズレン(SOAZ)を4層積層したもの等を用いる。データ変調回路208は記録すべきデータを記録に適した信号に変調する。記録電圧印加装置209はデータ変調回路208で変調された信号を記録媒体205とティップ204の間に電圧を印加することで記

10

20

30

40

50

録媒体205上に記録する。ティップ204を記録媒体205に所定間隔まで近づけ記録電圧印加装置209によって例えば3V、幅50nsの矩形パルス電圧を印加すると、記録媒体205が特性変化を起こし電気抵抗の低い部分が生じる。X-Yステージ207を用いて、この操作をティップ204で記録媒体205面上で走査しながら行うことによって情報の記録がなされる。図示してないが、X-Yステージ207による走査の機構としては、円筒型ピエゾ微小変位素子、平行ばね、差動マイクロメーター、ボイスコイル、インチウオーム等の制御機構を用いて行う。

【0045】記録信号検出回路210は、ティップ204と記録媒体205との間に電圧を印加して両者間に流れるトンネル電流を検出する。データ復調回路211は、記録信号検出回路210の検出したトンネル電流信号を復調する。再生時にはティップ204と記録媒体205とを所定間隔にし記録電圧より低い、例えば200mVの直流電圧をティップ204と記録媒体205間に加える。この状態で記録媒体205上の記録データ列に沿ってティップ204にて走査中に記録信号検出回路210を用いて検出されるトンネル電流信号が記録データ信号に対応する。従って、この検出したトンネル電流信号を電流電圧変換して出力してデータ復調回路211で復調することにより再生データ信号が得られる。

【0046】ティップ高さ検出回路212は記録信号検出回路210の検出信号を受け、情報ビットの有無による高周波の振動成分をカットして残った信号を処理し、この残りの信号値が一定になる様にティップ204を上下動制御させるためにx、z軸駆動制御回路213に命令信号を発信する。これによりティップ204と媒体205との間隔が略一定に保たれる。

【0047】トラック検出回路214は、ティップ204で記録媒体205上を走査する際にティップ204のデータがこれに沿って記録されるべき経路、あるいは記録されたデータ列からのずれを検出する回路である。

【0048】以上の回路208、装置209、および回路210ないし回路214の諸回路で記録再生用回路215を形成する。

【0049】記録再生ヘッドにおいては、記録再生用回路215が記録媒体に対向する複数のティップ及びその駆動機構それぞれに1つずつ設けられており、各ティップによる記録、再生、各ティップの変位制御（トラッキング、間隔調整等）等の要素を独立して行っている。

【0050】本実施例による記録再生装置を用いることにより、トーション型レバーを用いたプローブにおいて、駆動制御変位量を大きく取ることができるために、従来と比較して凹凸の大きな記録媒体を使用することが可能となり、また、走査異常時の衝突によるプローブ破壊の可能性が小さくなった。

【0051】なお、以上の図5、図6の説明には、いず

れも実施例1のプローブを用いた場合を示してあるが、それぞれ、実施例2のプローブを用いてもよいことは言うまでもない。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、微小変位レバーの少なくとも一部が円弧状に反っている構造を有するか、または圧電駆動時に円弧状に反るよう、中電極および圧電体をも備えた構造とすることにより、先端部の変位量が大きく、したがってレバーと基板との間に空隙を設ける作製工程における歩留りが大きいかつプローブを利用する際の対象試料の範囲の大きい、円弧状反りレバー型プローブ並びにこのプローブを用いた操作能率のよい走査型プローブ顕微鏡および記録再生装置等情報処理装置を提供することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の情報入出力用プローブ0の一実施例の斜視図である。

【図2】(a)は、図1の情報入出力用ティップ9を通りかつ梁6に垂直な平面に沿った断面図、(b)は、(a)が静電駆動された状態を示す断面図である。

【図3】(a)は、レバーの反り量 $\Delta d$ が異なる複数のプローブについて、反り量と最大回転角との関係を示す実験データのグラフ、(b)は、そのレバーのサイズ等を示す図である。

【図4】(a)は、第2の実施例のプローブ20で、図2(a)の場合と同様な方向の断面図、(b)は、(a)が駆動電圧を受けて、レバーの左半分に円弧状反りが生じた状態を示す断面図、(c)は、(b)が静電駆動された状態を示す断面図である。

【図5】第1の実施例のプローブを用いた本発明の走査型プローブ顕微鏡の構成例を示すブロック図である。

【図6】第1の実施例のプローブを用いた本発明の記録再生装置の構成例を示すブロック図である。

【図7】従来例の平板状レバー型プローブの斜視図である。

【符号の説明】

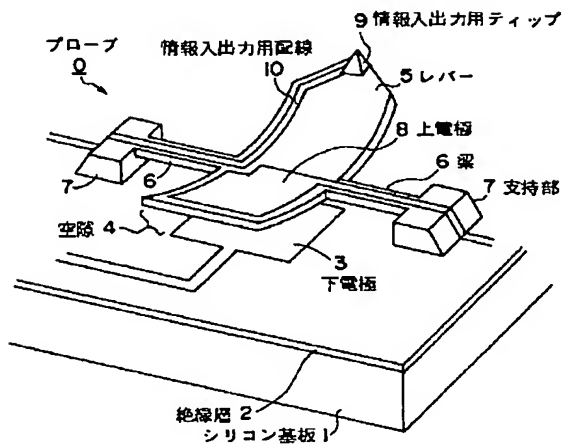
0, 20, 100, 200    プローブ  
1, 101, 201    シリコン基板  
2    絶縁層  
3, 206    下電極  
4    空隙  
5, 102, 203    レバー  
6, 202    梁  
7    支持部  
8    上電極  
8a    白金層  
8b    クロム層  
9, 204    情報入出力用ティップ  
10    情報入出力用配線  
11    中電極



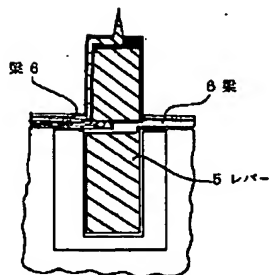
11

- 12 圧電体
- 13 ボロンリンシケートガラス (BPSG)
- 14, 103 試料
- 104 XY微動機構
- 105 粗動用圧電素子
- 106 バイアス回路
- 107 トンネル電流検出回路
- 109 XY位置制御回路
- 110 Z方向サーボ回路
- 111 Z方向粗動駆動回路
- 112 制御回路
- 113 ディスプレイ

【図1】



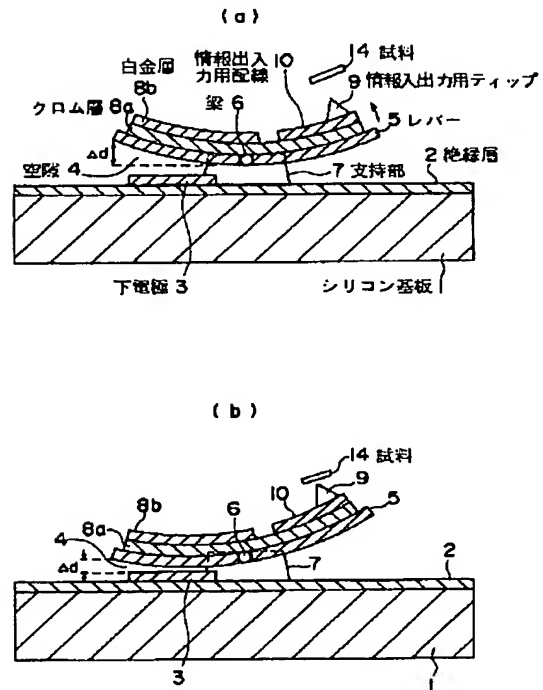
【図7】



12

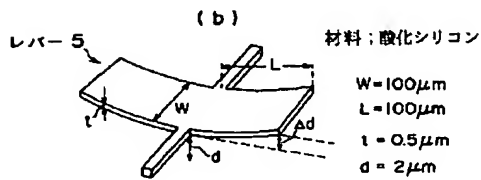
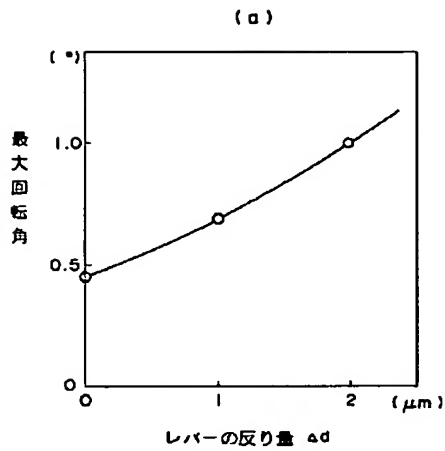
- \* 114 接近機構
- 115 XY微動駆動回路
- 205 記録媒体
- 207 XYステージ
- 208 データ変調回路
- 209 記録電圧印加装置
- 210 記録信号検出回路
- 211 データ復調回路
- 212 ティップ高さ検出回路
- 10 213 X, Z軸駆動制御回路
- 214 トラック検出回路
- \* 215 記録再生回路

【図2】

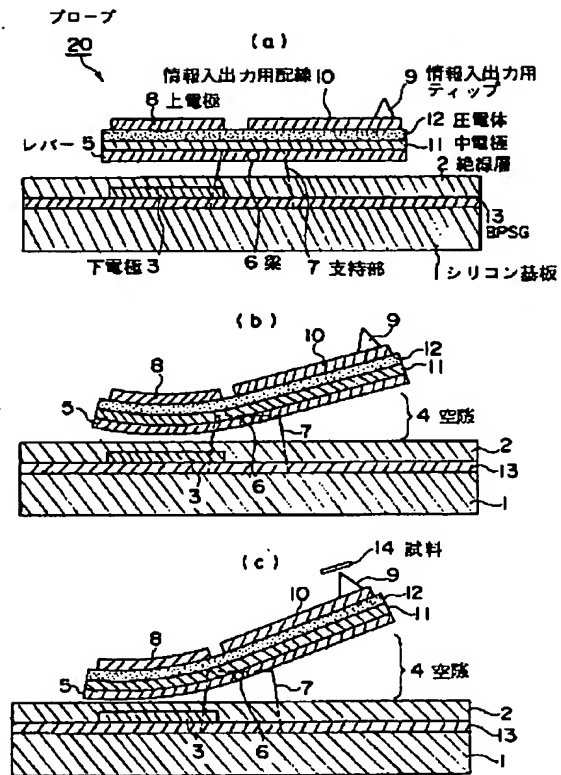




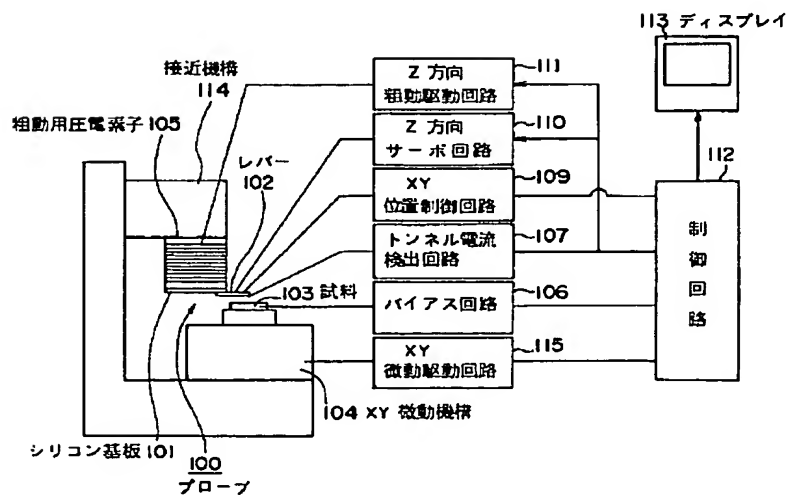
【図3】



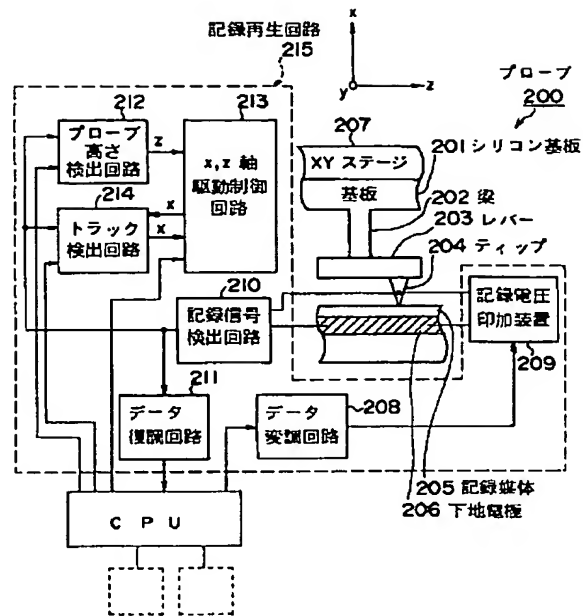
【図4】



【図5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 41/09

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

BEST AVAILABLE COPY